

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Juli 2002 (11.07.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/053307 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷:
B21D 22/14, B21C 51/00, 37/16

B21H 1/00,

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): LEICO GMBH & CO. WERKZEUGMASCHI-
NENBAU [DE/DE]; Feldstrasse 2 - 20, 59229 Ahlen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/12946

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. November 2001 (08.11.2001)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): POLLKÖTTER, Gün-
ter [DE/DE]; Bismarckstrasse 19, 59269 Beckum (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Anwälte: WUNDERLICH, Rainer usw.; Weber & Heim,
Irmgardstrasse 3, 81479 München (DE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

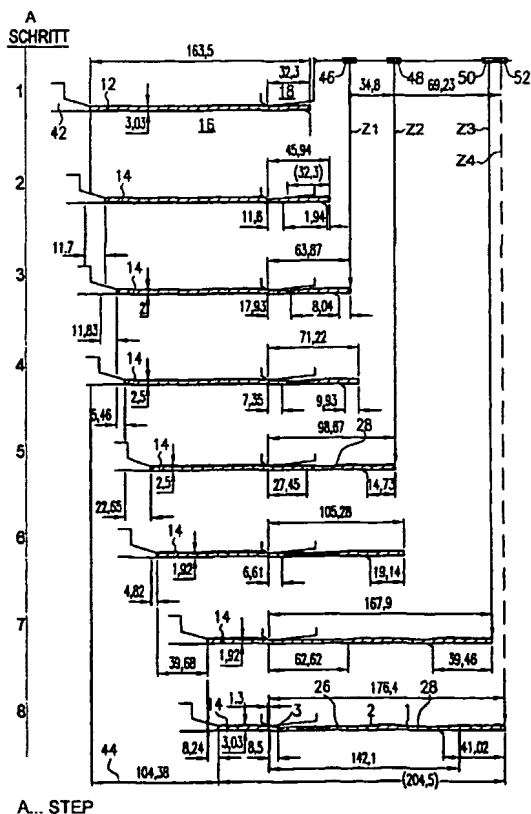
(30) Angaben zur Priorität:
101 00 200.9 4. Januar 2001 (04.01.2001) DE
101 15 815.7 30. März 2001 (30.03.2001) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FLOSPINNING METHOD AND DEVICE FOR CARRYING OUT FLOSPINNING

(54) Bezeichnung: DRÜCKWALZVERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM DRÜCKWALZEN



(57) Abstract: The invention relates to a flosspinning method according to which: a blank (12) is placed on a mandrel (16) of a flosspinning machine; the blank is rotated in relation to at least one flosspinning roller (18); the at least one flosspinning roller (18) is radially and/or axially advanced with regard to the blank (12), and; the flosspinning roller axially stretches the blank (12) by flosspinning whereby forming a workpiece (14). The inventive method is characterized in that: at least one compensating area (26) is shaped inside the workpiece (14) in order to compensate for variations in dimensions of the blank (12); geometric data of the blank (12) or of the workpiece (14) is determined prior to and/or during flosspinning by means of a measuring device (46, 48, 50, 52); in order to obtain desired final dimensions of the workpiece (14), the geometric parameters of the at least one compensating area (26) are individually calculated according to the determined geometric data, and; a control device serves to control the advance of the flosspinning roller (18) according to the calculated geometric parameters of the compensating area (26) whereby obtaining a workpiece (14) with the desired final dimensions regardless of variations in dimensions of the blank (12). The invention also relates to a device for carrying out flosspinning.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Drückwalzverfahren, bei welchem ein Rohling (12) auf einem Walzdom (16) einer Drückwalzmaschine angeordnet wird, der Rohling relative zumindestens einer Drückwalzrolle (18) in Rotation versetzt wird, die mindestens eine Drückwalzrolle (18) radial und/oder axial relativ zu dem Rohling (12) zugestellt wird und der Rohling (12) durch die drückgewalzt axial gelängt und zu einem Werkstück (14) drückgewalzt wird. Das Verfahren ist erfindungsgemäss dadurch gekennzeichnet, dass zum Ausgleich

von Massschwankungen des Rohlings (12) mindestens

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/053307 A1



GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

ein Ausgleichsbereich (26) in das Werkstück (14) eingeformt wird, dass vor un/oder während des Drückwalzens mit einer Messeinrichtung (46, 48, 50, 52) geometrische Daten des Rohlings (12) bzw. des Werkstücks (14) ermittelt werden, dass zur Erzielung einer gewünschten Endgeometrie des Werkstücks (14) die geometrischen Parameter des mindestens einen Ausgleichsbereich (26) in Abhängigkeit der ermittelten geometrischen Daten individuell errechnet werden und dass mittels einer Steuereinrichtung die Zustellung der Drückwalzrolle (18) entsprechend der errechneten geometrischen Parametern des Ausgleichsbereiches (26) gesteuert wird, so dass unabhängig von Massschwankungen des Rohlings ein (12) Werkstück (14) mit der gewünschten Eindgeometric geformt wird. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zum Drückwalzen.

Drückwalzverfahren und Vorrichtung zum Drückwalzen

Die Erfindung betrifft ein Drückwalzverfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zum Drückwalzen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

Bei einem gattungsgemäßen Drückwalzverfahren wird ein Rohling auf einem Walzdorn einer Drückwalzmaschine angeordnet, der Rohling relativ zumindest einer Drückwalzrolle in Rotation versetzt, die mindestens eine Drückwalzrolle relativ zu dem Rohling zugestellt und der Rohling durch die Drückwalzrolle axial gelängt und zu einem Werkstück drückgewalzt.

Ein gattungsgemäßes Drückwalzverfahren ist aus der DE-A-34 02 301 bekannt. Bei diesem Verfahren können an der Drückrolle radiale, axiale und tangentiale Kraftkomponenten gemessen werden. Die ermittelten Messwerte dienen zur Regelung des Drückwalzvorganges.

Eine gattungsgemäße Vorrichtung zum Drückwalzen weist einen Walzdorn zum Aufnehmen eines Werkstücks, mindestens eine Drückwalzrolle, eine Antriebseinrichtung zum Erzeugen einer Rotation zwischen Werkstück und Drückrolle und eine Steuereinrichtung zum Steuern einer Zustellung relativ zwischen Walzdorn und Drückwalzrolle auf.

Es kann dabei der Walzdorn rotierend angetrieben werden und die Drückwalzrolle radial und/oder axial an das Werkstück zugestellt werden. Möglich ist aber ebenfalls, dass eine rotierend angetriebene Drückwalzrolle oder eine Mehrzahl von Drückwalzrollen, welche auf einem rotierend angetrie-

- 2 -

benen Kranz angeordnet sind, radial und/oder axial an einen feststehenden oder ebenfalls rotierend angetriebenen Walzdorn zugestellt werden.

Derartige Verfahren und Vorrichtungen zum Drückwalzen sind bekannt und werden beispielsweise zum Zylinder-Drückwalzen von rotationssymmetrischen Präzisionshohlteilen eingesetzt.

Diese bekannten Verfahren zeichnen sich durch besondere Wirtschaftlichkeit aus, was im Wesentlichen begründet ist in der Materialeinsparung aufgrund spanloser Umformung, in der bei der Umformung entstehenden Kaltverfestigung des Materials und in den gegenüber spanenden Verfahren erheblich verkürzten Fertigungszeiten. Darüber hinaus läßt sich mit diesen Verfahren eine Vielfalt von Außenmantelformen herstellen, beispielsweise sind Konturabsätze, Übergangsradien und konische Bereiche möglich.

Beim Zylinder-Drückwalzen lassen sich Waddicken-Toleranzen von wenigen hundertstel Millimeter erzielen. Die üblicherweise eingesetzten zylindrischen Rohteile weisen jedoch in der Regel mehrere zehntel Millimeter Dickentoleranzen auf. Durch die individuell unterschiedliche Dicke der Rohlinge ergeben sich somit aufgrund der Volumenkonstanz des umzuformenden Material erhebliche Geometrie-, insbesondere Längenunterschiede, am Fertigteil. Es werden deshalb weitere Bearbeitungsschritte, insbesondere spanende Nachbearbeitungen, erforderlich. Dadurch steigen in erheblichem Maß der Maschinen-, Personal-, Zeit- und Materialaufwand und somit die Kosten für die fertigen Präzisionsteile.

A u f g a b e der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit welcher Werkstücke mit besonders hoher Präzision gefertigt werden können.

- 3 -

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 sowie durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 10 gelöst.

Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den Unteransprüchen beansprucht.

Ein Verfahren der oben angegebenen Art ist erfindungsgemäß dadurch weitergebildet, dass zum Ausgleich von Maßschwankungen des Rohlings mindestens ein Ausgleichsbereich in das Werkstück eingeformt wird, dass vor und/oder während des Drückwalzens mit einer Messeinrichtung geometrische Daten des Rohlings bzw. des Werkstücks ermittelt werden, dass zur Erzielung einer gewünschten Endgeometrie des Werkstücks die geometrischen Parameter des mindestens einen Ausgleichsbereichs in Abhängigkeit der ermittelten geometrischen Daten individuell errechnet werden und dass mittels einer Steuereinrichtung die Zustellung der Drückwalzrolle entsprechend den errechneten geometrischen Parametern des Ausgleichsbereiches gesteuert wird, so dass unabhängig von Maßschwankungen des Rohlings ein Werkstück mit der gewünschten Endgeometrie geformt wird.

Als Kernidee der Erfindung kann angesehen werden, dass jeder Rohling in Abhängigkeit der konkret vorliegenden Maßschwankung individuell gefertigt wird. Hierzu werden erfindungsgemäß vor und/oder während des Drückwalzens bestimmte geometrische Daten des Rohlings bzw. des Werkstücks ermittelt. Anschließend wird auf Grundlage dieser geometrischen Daten ein individueller Ausgleichsbereich in das Werkstück eingearbeitet. Es kann somit der bedeutende Vorteil erzielt werden, dass, unabhängig von eventuell vor-

- 4 -

liegenden Maßschwankungen des Rohlings, das Werkstück immer eine gewünschte Endgeometrie aufweist.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil besteht darin, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Werkstücke mit so hoher Präzision gefertigt werden können, dass nachfolgende Bearbeitungsschritte, insbesondere spanende Nachbearbeitungen, entfallen können. Hierdurch werden Einsparungen des Zeit-, Personal- und Maschinenaufwands in hohem Umfang ermöglicht.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens wird der mindestens eine Ausgleichsbereich in einem für eine Funktionalität des Werkstücks unkritischen Bereich des Werkstücks eingearbeitet. Hierdurch kann der Vorteil erzielt werden, dass die Funktionalität der Werkstücke, unabhängig davon, wie der Ausgleichsbereich jeweils individuell geformt ist, erhalten bleibt.

Als geometrische Daten können vorzugsweise wenigstens eine axiale Länge des Rohlings bzw. des Werkstücks, insbesondere mehrmals, bestimmt werden. Da die Wanddicke des Werkstücks beim Auswalzen zumeist deutlich reduziert, das Werkstück also stark gelängt wird, hängt die axiale Länge empfindlich von eventuell vorliegenden Maßschwankungen des Rohlings ab, so dass aufgrund dieser Größe die geometrischen Parameter des Ausgleichsbereichs sehr genau bestimmt werden können.

Unter Zuhilfenahme geeigneter Wegmesssysteme, deren Messdaten von einem Zentralrechner verarbeitet werden, lassen sich also erfindungsgemäß im laufenden Fertigungsprozess auftretende Wanddickentoleranzen beherrschen.

Es können als geometrische Daten aber auch ein Durchmesser und/oder eine Wanddicke des Rohlings bzw. des Werkstücks bestimmt werden. Dadurch kann die Genauigkeit der Bestimmung der Parameter des Ausgleichsbereichs erhöht werden.

Neben den geometrischen Daten können weitere Messungen am Rohling bzw. am Werkstück durchgeführt werden. Beispielsweise kann vor, während und/oder nach dem Drückwalzen eine Temperatur des Werkstücks bestimmt werden.

Darüber hinaus kann während des Drückwalzens auch ein Druck in dem Werkstück, insbesondere in axialer Richtung, ermittelt werden.

Von Druck und Temperatur hängt die konkrete Geometrie des Werkstücks empfindlich ab, so dass eine Aufzeichnung dieser Parameter eine weitere Steigerung der Fertigungspräzision ermöglicht.

Vorzugsweise werden dabei die ermittelte Temperatur und/oder der ermittelte Druck der Rechneinrichtung zugeführt und gehen in die Berechnung der geometrischen Parameter des Ausgleichsbereichs ein.

Bei einer bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Ausgleichsbereich als zylindrischer Bereich und/oder als mindestens ein abgeschrägter Bereich, geformt. Diese Formen sind zum einen in einfacher Weise auf einer Drückwalzmaschine herstellbar und außerdem können die geometrischen Parameter dieser Formen in besonders einfacher Weise errechnet werden.

- 6 -

Je nach Konstruktion des Werkstückes können aber auch andere, prinzipiell beliebig geformte Ausgleichsbereiche realisiert werden.

Wenn die Maßschwankungen der Rohlinge besonders groß sind, kann vorgesehen sein, dass mehrere Ausgleichsbereich in das Werkstück eingearbeitet werden. Dies kann außerdem vorteilhaft sein, wenn erwünscht ist, dass die Variation von geometrischen Parametern eines Ausgleichsbereichs von Werkstück zu Werkstück nicht zu groß sein sollte.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann als Gleichlauf- und auch als Gegenlaufverfahren durchgeführt werden.

Eine Vorrichtung der oben angegebenen Art ist erfindungsgemäß dadurch weitergebildet, dass mindestens eine Messeinrichtung zur Bestimmung von geometrischen Daten des Werkstücks vorgesehen ist, dass die Messeinrichtung mit einer Rechneinrichtung verbunden ist, die zum Errechnen von geometrischen Parametern eines Ausgleichsbereichs ausgelegt ist, welcher zum individuellen Ausgleich von Maßschwankungen des Rohlings in das Werkstück eingearbeitet wird, und dass mittels der Steuereinrichtung die Zustellung der Drückwalzrolle steuerbar ist, so dass der Ausgleichsbereich des Werkstücks in Abhängigkeit der von der Rechneinrichtung individuell errechneten geometrischen Parameter ausgebildet ist.

Die Vorrichtung, die auch als Drückwalzmaschine bezeichnet werden kann, kann dabei bahn- und/oder druckgesteuert betrieben werden. Mit Hilfe der NC-Technik lassen sich bahngebende Drückwalzoperationen sowie die exakte Positionierung der Drückwalzrollen in der Längs- und Querachse realisieren.

- 7 -

Vorzugsweise weist die Messeinrichtung mindestens einen Wegaufnehmer auf. Hierbei kann es sich um einen optischen, akustischen und/oder einen Sensor zur Ermittlung der elektrischen Leitfähigkeit handeln.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind mehrere Wegaufnehmer vorgesehen, welche insbesondere axial voneinander beabstandet angeordnet sind. Dies ermöglicht in vorteilhafter Weise eine mehrmalige Bestimmung, beispielsweise einer axialen Länge des Werkstück, im Verlauf des Drückwalzverfahrens.

Zur Erhöhung der Informationsgrundlage für die Berechnung der geometrischen Parameter des Ausgleichsbereichs kann aber auch vorgesehen sein, dass die Messeinrichtung einen Sensor zur Bestimmung eines Durchmessers des Werkstücks und/oder einer Wandstärke des Werkstücks aufweist.

Außerdem können Messgeräte oder -sensoren zur Ermittlung weiterer physikalischer Größen vorgesehen sein, so dass das Werkstück noch genauer charakterisiert und das Fertigungsverfahren unter noch besser definierten Bedingungen durchgeführt werden kann.

Beispielsweise kann zur Bestimmung einer Temperatur des Werkstücks ein Temperatursensor oder es kann zur Bestimmung eines Drucks in dem Werkstück, insbesondere in einer axialen Richtung, ein Drucksensor vorgesehen sein.

Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert.

In diesen Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine axiale Querschnittsansicht eines Rohlings;
- Fig. 2
bis 4 axiale Querschnittsansichten von Werkstücken,
welche aus Rohlingen mit unterschiedlichen Maß-
schwankungen drückgewalzt wurden;
- Fig. 5
bis 7 axiale Querschnittsansichten von Werkstücken
mit individuell ausgebildeten Ausgleichsberei-
chen;
- Fig. 8
bis 10 axiale Querschnittsansichten von weiteren
Werkstücken mit individuell ausgebildeten Aus-
gleichsbereichen;
- Fig. 11 schematische Teilquerschnittsansichten eines Roh-
lings bzw. eines Werkstücks sowie einer erfin-
dungsgemäßen Vorrichtung in unterschiedlichen
Stadien des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 12 schematische Teilquerschnittsansichten eines wei-
teren Rohlings bzw. eines weiteren Werkstücks so-
wie der erfindungsgemäßen Vorrichtung aus Fig. 11
in unterschiedlichen Stadien des erfindungsgemäßen
Verfahrens; und
- Fig. 13 schematische Teilquerschnittsansichten eines wei-
teren Rohlings bzw. eines weiteren Werkstücks so-
wie der erfindungsgemäßen Vorrichtung aus Fig. 11
in unterschiedlichen Stadien des erfindungsgemäßen
Verfahrens.

Figur 1 zeigt eine axiale Querschnittsansicht eines röhrenförmigen Rohlings 12 mit einer axialen Länge L_0 , einem Innendurchmesser d_i , einem Außendurchmesser d_a und mit einer Wandstärke S_0 . Die in den Figuren angegebenen Bemaßungen sind jeweils in Millimetern zu verstehen.

Die Wandstärke S_0 des Rohlings 12 weist eine Toleranz von $\pm 0,12$ mm auf.

Wie anhand der folgenden Figuren 2 bis 4 dargestellt wird, wirkt sich diese Toleranz in drastischer Weise auf eine axiale Länge L_1 eines fertiggestellten Werkstücks 14 aus.

Figur 2 zeigt in einer axialen Querschnittsansicht ein aus einem Rohling 12 in einer axialen Richtung Z ausgewalztes Werkstück 14. Die Wandstärke S_0 des dabei verwendeten Rohlings 12 lag an der unteren Grenze des Toleranzbereichs aus Figur 1.

In den Figuren 3 und 4 sind in axialen Querschnittsansichten weitere Werkstücke 14 dargestellt, bei welchen die Wandstärke S_0 der verwendeten Rohlinge 12 in der Mitte bzw. am oberen Rand des Toleranzbereichs aus Figur 1 lagen.

Den Figuren 2 bis 4 kann sehr anschaulich entnommen werden, dass sich individuell vorliegende Maßschwankungen der Rohlinge 12, im hier gezeigten Fall die Schwankung der Wandstärke S_0 , sehr stark auf die Geometrie, etwa auf die axiale Länge L_1 der ausgewalzten Werkstücke 14 auswirken. Beispielsweise unterscheidet sich die axiale Länge L_1 des Werkstücks 14 aus Figur 2 im Vergleich zum Werkstück aus Figur 4 um knapp 8%.

- 10 -

In den Figuren 5 bis 7 sind in axialen Querschnittsansichten Werkstücke 14 dargestellt, bei welchen in einem für eine Funktionalität des Werkstücks 14 unkritischen Bereich erfindungsgemäß Ausgleichsbereiche 26 jeweils individuell eingearbeitet wurden.

Die Ausgleichsbereiche 26 weisen jeweils einen zylindrischen Bereich A sowie einen als Auslaufschräge X1, X2, X3 ausgebildeten abgeschrägten Bereich auf. Alle Werkstücke 14 der Figuren 5 bis 7 weisen einen identisch ausgebildeten zylindrischen Bereich L zwischen dem in den Figuren 5 bis 7 rechten Ende des Werkstücks 14 und dem Ausgleichsbereich 26 auf. Weiterhin ist bei den Werkstücken 14 der Figuren 5 bis 7 ein zylindrischer Bereich A mit einer identischen axialen Länge und einer identischen Wandstärke S2 ausgebildet.

Zum Ausgleich von Maßschwankungen des jeweils verwendeten Rohlings 12 sind die Auslaufschrägen X1, X2, X3, welche sich ausgehend von Punkt Y an den zylindrischen Bereich A anschließen, individuell ausgebildet.

Für das Werkstück 14 aus Figur 6 wurde ein Rohling 12 verwendet, bei welchem die Wandstärke So in der Mitte des Toleranzbereichs aus Figur 1 lag. Die Werkstücke 14 in Figur 5 und 7 wurden dagegen aus Rohlingen 12 mit Wandstärken So am oberen bzw. am unteren Ende des Toleranzbereichs aus Figur 1 drückgewalzt.

Entsprechend der oberhalb des Mittelwerts liegenden Wandstärke So des verwendeten Rohlings 12 weist das Werkstück 14 aus Figur 5 eine gegenüber der axialen Ausdehnung der Auslaufschräge X2 aus Figur 6 verkürzte Auslaufschräge X1 auf. Analog ist die Auslaufschräge X3 des Werkstücks 14,

- 11 -

für welches ein Rohling mit einer unter dem Mittelwert liegenden Wandstärke so verwendet wurde, gegenüber X2 verlängert.

Um eine Fertigungsendlänge L1 der Werkstücke 14 trotz der auftretenden Maßschwankungen der Rohlinge 12 konstant zu halten, werden also erfindungsgemäß Ausgleichsbereiche 26, die auch als Toleranzausgleichsbereiche bezeichnet werden können, bei der Fertigung oder Konstruktion der Werkstücke 14 oder Fertigungsteile berücksichtigt. In diesen Ausgleichsbereichen 26 werden Toleranzunterschiede entsprechend ihrer Auswirkung auf die Fertigungsendlänge L1 durch Messen während des Umformprozesses berücksichtigt.

Auch kann eine nachfolgende mechanische Bearbeitung an den Öffnungsdurchmessern genau in der axialen Gesamtlänge L1 mit berücksichtigt werden.

Bei den in den Figuren 5, 6 und 7 dargestellten Auslaufschrägen X1, X2, X3 wird am Punkt Y, welcher immer den gleichen Abstand zum rechten Öffnungsdurchmesser besitzt, eine Messung am abgestreckten Teil vorgenommen. Unter Berücksichtigung des Verfahrensweges einer Spindel in Z-Richtung errechnet ein Rechner über eine Volumengleichung die Ist-Abweichung und legt somit die axiale Ausdehnung der Auslaufschrägen X1, X2, X3 fest.

Der verwendeten Volumengleichung liegt dabei die Volumenkonstanz des umgeformten Materials sowie die Konstanz des Innendurchmessers des Werkstücks zugrunde.

Im Ergebnis werden durch die erfindungsgemäße Einarbeitung von individuell ausgebildeten Ausgleichsbereichen 26 Werkstücke 14 mit identischen axialen Längen L1 erzielt.

- 12 -

Weitere Beispiele von individuell angepassten Ausgleichsbereichen 26 sind in den Figuren 8 bis 10 dargestellt. Hier sind wiederum Werkstücke 14 in axialen Querschnittsansichten gezeigt, welche ausgehend von Rohlingen 12 mit unterschiedlicher Wanddicke so mit dem erfindungsgemäßen Verfahren gefertigt wurden.

Wie in Figur 5 bis 7 weisen die Werkstücke 14 jeweils identische zylindrische Bereiche L auf, an die sich jeweils individuell ausgebildete Ausgleichsbereiche 26 anschließen. Die Ausgleichsbereiche 26 bestehen wiederum jeweils aus einem zylindrischen Bereich A1, A2, A3 sowie einer sich daran nach Punkt Y anschließenden Auslaufschräge X1, X2 und X3.

Im Unterschied zu den Werkstücken 14 der Figuren 5 bis 7 wurden bei den Werkstücken 14 der Figuren 8 bis 10 sowohl die Auslaufschrägen X1, X2, X3 als auch die zylindrischen Bereiche A1, A2, A3 der Ausgleichsbereiche 26 individuell an die jeweils vorliegende Maßschwankung des verwendeten Rohlings 12 angepasst.

Auch hier werden identische axialen Längen L1 der fertiggestellten Werkstücke 14 erzielt.

An Beispielen zur Herstellung von gewichtsoptimierten Rädern, die im Gegenlauf-Drückwalzverfahren hergestellt werden, wird die Erfindung in den Figuren 11, 12 und 13 weiter erläutert.

Beim Gegenlauf-Drückwalzen wird ein Rohling 12, bei welchem es sich um einen Büchsen- oder Rohrabschnitt handeln kann, über einen Walzdorn 16 bis zu einer Einspannstelle geschoben und dort von einem Mitnahmering 42 erfasst, der mit gehärteten Zähnen versehen sein kann.

- 13 -

Eine Axialkraft einer oder mehrerer Drückwalzrollen 18 presst den Rohling 12 auf ein Zahnsegment und versetzt ihn hierdurch in eine Drehbewegung. Der Werkstoff fließt bei der Umformung unter den Drückwalzrollen 18 durch in Richtung des freien Walzdornes und hierüber hinaus in einen freien Arbeitsraum der Maschine. Längsvorschub und Fließrichtung sind einander also entgegengerichtet.

Gleichwohl kann diese Erfindung für Drück- und andere Drückwalzoperationen eingesetzt werden. Auch Kombinationen von Längen-, Durchmesser-, Druck- und Temperaturmessungen sind je nach Anwendungsfall möglich.

In den Figuren 11, 12 und 13 sind Teile einer erfindungsgemäßen Vorrichtung sowie in Teilquerschnittsansichten Rohlinge 12 und Werkstücke 14 in verschiedenen Stadien des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Die Rohlinge 12 der Figuren 11, 12 und 13 weisen dabei jeweils unterschiedliche Waddicken auf.

Identische Komponenten sind jeweils mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

Die Teilquerschnittsansichten zu Verfahrensschritt 1 zeigen jeweils einen auf einem Walzdorn 16 angeordneten Rohling 12, der mit einem Mitnahmering 42 in Anschlag kommt. Es wird sodann der Walzdorn 16 rotierend angetrieben und mehrere Drückwalzrollen 18, von denen eine beispielhaft dargestellt ist, werden radial an den Rohling 12 zugestellt.

Die axiale Zustellung erfolgt durch Verfahren des Walzdorns in Z-Richtung.

Zur Ermittlung der axialen Länge des Werkstücks in verschiedenen Stadien des erfindungsgemäßen Verfahrens sind an der Vorrichtung mehrere Wegaufnehmer 46, 48, 50, 52 vorge-

- 14 -

sehen. Diese Wegaufnehmer 46, 48, 50, 52, bei welchen es sich insbesondere um optische Sensoren handeln kann, sind axial voneinander beabstandet an Positionen Z1, Z2, Z3, Z4 angeordnet.

Zunächst wird mit Hilfe der Drückwalzrollen 18 in das Werkstück 14 ein Bereich 28 mit reduzierter Wanddicke eingearbeitet. Durch diesen Bereich 28 wird zusammen mit einem später einzuformenden Ausgleichsbereich 26 beim fertigen Werkstück 14 eine annähernd symmetrische Massenverteilung erzielt.

Anhand der von den Wegaufnehmern 46, 48, 50, 52 im Verlauf des Drückwalzens ermittelten axialen Längen des Werkstücks 14 werden erfindungsgemäß die geometrischen Parameter eines Ausgleichsbereichs 26 individuell errechnet und die Drückwalzrollen 18 werden entsprechend der errechneten Parameter axial und radial an das Werkstück 14 zugestellt.

Insgesamt wird beim Auswalzen des Rohlings 12 zum fertigen Werkstück 14 der Mitnahmering 42 um einen Gesamtverfahrweg in Z-Richtung 44 gegenüber der Drückwalzrolle 18 zugestellt.

Im Verfahrensschritt 1 wird die Drückwalzrolle 18 in einem Abstand von 32,3 mm vom rechten Öffnungsdurchmesser ange-setzt. In Schritt 2 wird eine erste Anlaufschräge des Bereichs 28 ausgebildet.

In Schritt 3 befindet sich die Drückwalzrolle 18 in einem zylindrischen Abschnitt des Bereichs 28, wobei im Abstand von 63,87 mm von der Drückwalzrolle 18 an der Position Z1 der Wegaufnehmer 46 als erste Messstelle angeordnet ist. Anschließend wird eine Auslaufschräge des Bereichs 28 in das Werkstück 14 eingeformt.

- 15 -

In Schritt 4 ist eine Auslaufschräge von 8,18 mm Länge fertig eingeformt. In Schritt 5 hat das Werkstück 14 den an der Position Z2 angeordneten zweiten Wegaufnehmer 48 erreicht. Im Abstand von 98,7 mm beginnt eine erste Einlaufschräge eines Ausgleichsbereichs 26 bis auf einen Wanddickenquerschnitt von 1,92 mm.

In Schritt 6 hat das Werkstück 14 den dritten Wegaufnehmer 50 an der Position Z3 erreicht, welcher sich in einem Abstand von 167,9 mm von der Drückwalzrolle 18 befindet. Es wird nun von einem Rechner basierend auf dem gemessenen Fahrweg in Z-Richtung und unter Berücksichtigung der Messdaten des Wegaufnehmers 50 an der Position Z3 über die Volumengleichung die Parameter für eine Auslaufschräge des Ausgleichsbereichs 26 ermittelt, um eine Gesamtwerkstücklänge von 204,5 mm zu erreichen. Gleichzeitig wird aus der ermittelten Daten die Position Z4 eines vierten, variabel positionierbaren Wegaufnehmers 52 eingestellt.

Mit Hilfe des vierten Wegaufnehmers 52 an der Position Z4 kann eine gewünschte axiale Endlänge des fertiggestellten Werkstücks 14 verifiziert werden.

In Schritt 7 ist beim Erreichen des vierten Wegaufnehmers 52 an der Position Z4 der Drückwalzvorgang beendet und das Werkstück 14 hat seine gewünschte Länge von 204,5 mm erreicht.

In den Figuren 12 und 13 ist das erfindungsgemäße Verfahren in analoger Weise wie in Figur 11 für Rohlinge 12 mit unterschiedlichen Maßschwankungen dargestellt. Die Verfahrensschritte 1 bis 8 der Figuren 12 und 13 entsprechen denjenigen der Figur 11, weshalb auf eine detaillierte Beschreibung hier verzichtet wird.

- 16 -

Für die verschiedenen Rohlinge 12 der Figuren 11, 12 und 13, die jeweils unterschiedliche Ausgangsmaße aufweisen, werden im Ergebnis wiederum Werkstücke 14 mit identischer axialer Länge erzielt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Drückwalzverfahren, bei welchem
 - ein Rohling (12) auf einem Walzdorn (16) einer Drückwalzmaschine angeordnet wird,
 - der Rohling (12) relativ zu mindestens einer Drückwalzrolle (18) in Rotation versetzt wird,
 - die mindestens eine Drückwalzrolle (18) relativ zu dem Rohling (12) zugestellt wird und
 - der Rohling (12) durch die Drückwalzrolle (18) axial gelängt und zu einem Werkstück (14) drückgewalzt wird,dadurch gekennzeichnet,
 - dass zum Ausgleich von Maßschwankungen des Rohlings (12) mindestens ein Ausgleichsbereich (26) in das Werkstück (14) eingeformt wird,
 - dass vor und/oder während des Drückwalzens mit einer Messeinrichtung geometrische Daten des Rohlings (12) bzw. des Werkstücks (14) ermittelt werden,
 - dass zur Erzielung einer gewünschten Endgeometrie des Werkstücks (14) die geometrischen Parameter des mindestens einen Ausgleichsbereichs (26) in Abhängigkeit der ermittelten geometrischen Daten individuell errechnet werden und

- 18 -

- dass mittels einer Steuereinrichtung die Zustellung der Drückwalzrolle (18) entsprechend den errechneten geometrischen Parametern des Ausgleichsbereiches (26) gesteuert wird, so dass unabhängig von Maßschwankungen des Rohlings (12) ein Werkstück (14) mit der gewünschten Endgeometrie geformt wird.
- 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Ausgleichsbereich (26) in einem für eine Funktionalität des Werkstücks (14) unkritischen Bereich des Werkstücks (14) eingearbeitet wird.
- 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als geometrische Daten wenigstens eine axiale Länge (L0; L1) des Rohlings (12) bzw. des Werkstücks (14), insbesondere mehrmals, bestimmt wird.
- 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als geometrische Daten ein Durchmesser (da) und/oder eine Wanddicke (S0; S1) des Rohlings (12) bzw. des Werkstücks (14) bestimmt werden.
- 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass vor, während und/oder nach dem Drückwalzen eine Temperatur des Werkstücks (14) bestimmt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass während des Drückwalzens ein Druck in dem Werkstück (14), insbesondere in axialer Richtung (Z), ermittelt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die ermittelte Temperatur und/oder der ermittelte Druck der Rechneinrichtung zugeführt werden und in die Berechnung der geometrischen Parameter des Ausgleichsbereichs (26) eingehen.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Ausgleichsbereich (26) als zylindrischer Bereich (A; A1; A2; A3) und/oder als mindestens ein abgeschrägter Bereich (X1; X2; X3) geformt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere Ausgleichsbereiche (26) in das Werkstück (14) eingearbeitet werden.
10. Vorrichtung zum Drückwalzen mit
 - einem Walzdorn (16) zum Aufnehmen eines Werkstücks (14),
 - mindestens einer Drückwalzrolle (18),
 - einer Antriebseinrichtung zum Erzeugen einer Rotation zwischen Werkstück (14) und Drückwalzrolle (18) und
 - einer Steuereinrichtung zum Steuern einer Zustellung relativ zwischen Walzdorn (16) und Drückwalzrolle (18),

- 20 -

dadurch gekennzeichnet,

- dass mindestens eine Meßeinrichtung zur Bestimmung von geometrischen Daten des Werkstücks (14) vorgesehen ist,
- dass die Meßeinrichtung mit einer Rechneinrichtung verbunden ist, die zum Errechnen von geometrischen Parametern eines Ausgleichsbereichs (26) ausgelegt ist, welcher zum individuellen Ausgleich von Maßschwankungen des Rohlings (12) in das Werkstück (14) eingearbeitet wird, und
- dass mittels der Steuereinrichtung die Zustellung der Drückwalzrolle (18) steuerbar ist, so dass der Ausgleichsbereich (26) des Werkstücks (14) in Abhängigkeit der von der Rechneinrichtung individuell errechneten geometrischen Parameter ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Messeinrichtung mindestens einen Wegaufnehmer (46, 48, 50, 52) aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass mehrere Wegaufnehmer (46, 48, 50, 52) vorgesehen sind, welche insbesondere axial voneinander beabstandet angeordnet sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Messeinrichtung einen Sensor zur Bestimmung eines Durchmessers des Werkstücks (14) und/oder einer Wandstärke (S1) des Werkstücks (14) aufweist.

- 21 -

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t,
dass zur Bestimmung einer Temperatur des Werkstücks
(14) ein Temperatursensor vorgesehen ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t,
dass zur Bestimmung eines Drucks in dem Werkstück
(14), insbesondere in einer axialen Richtung (Z),
ein Drucksensor vorgesehen ist.

1/6

FIG.1

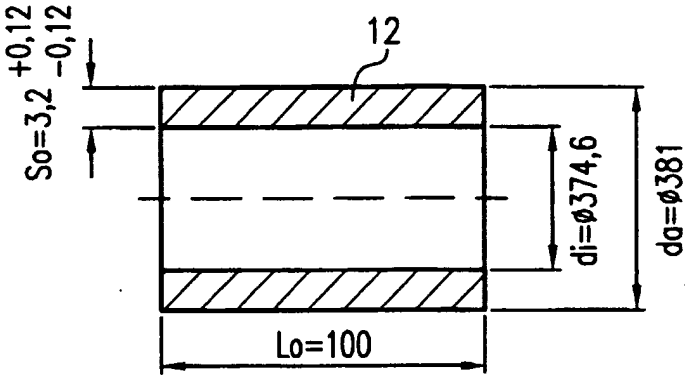


FIG.2

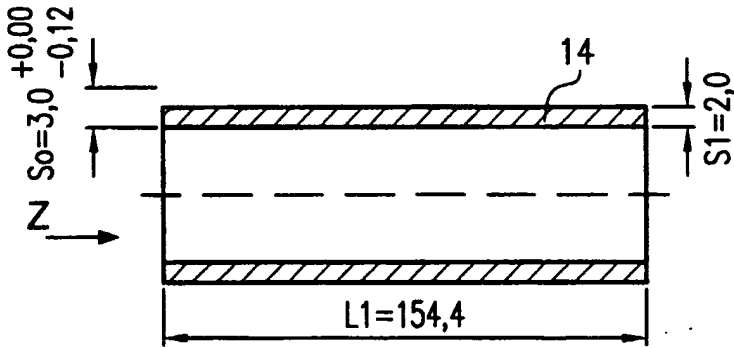


FIG.3

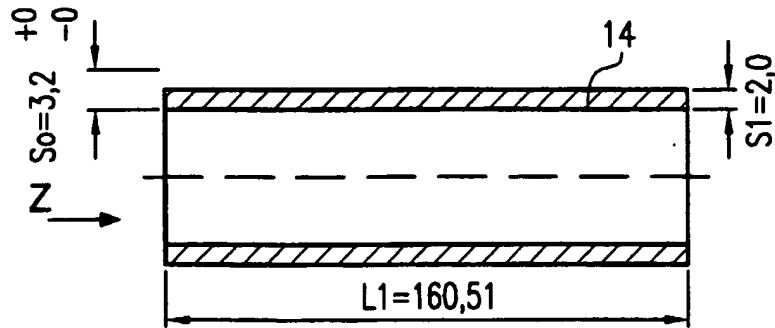
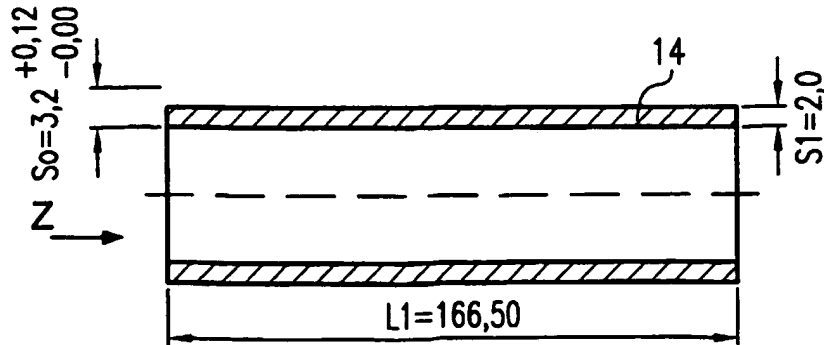


FIG.4



2/6

FIG.5

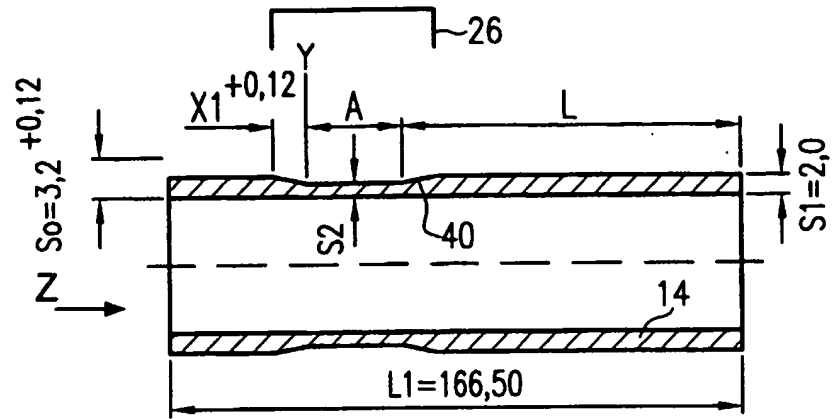


FIG.6

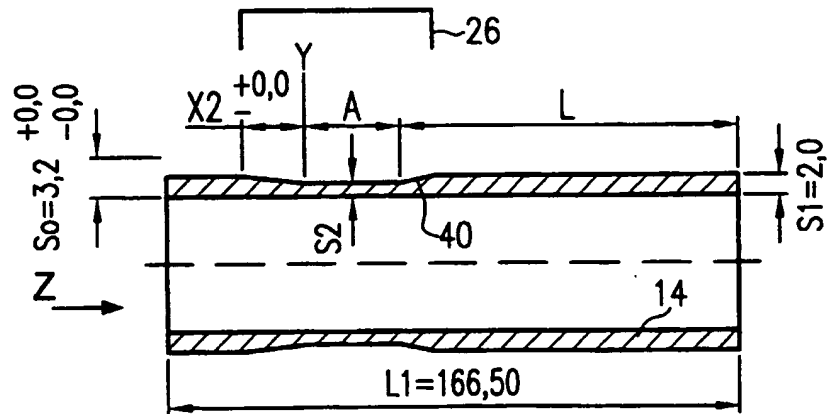
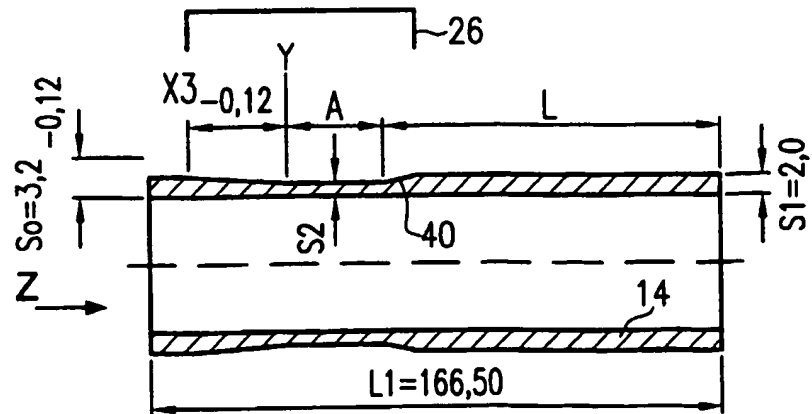


FIG.7



3/6

FIG.8

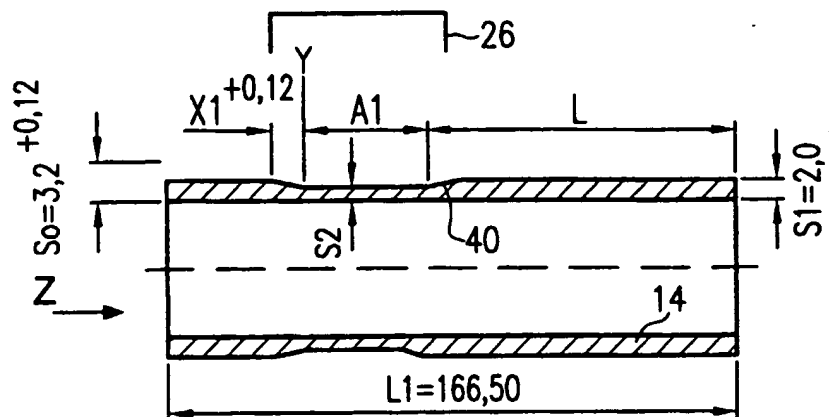


FIG.9

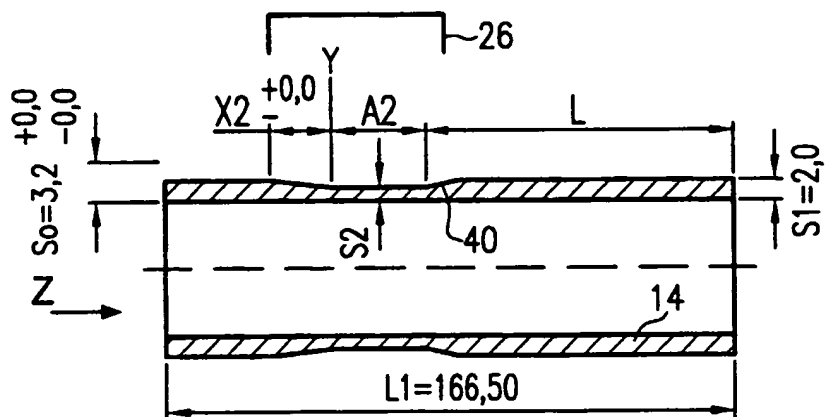
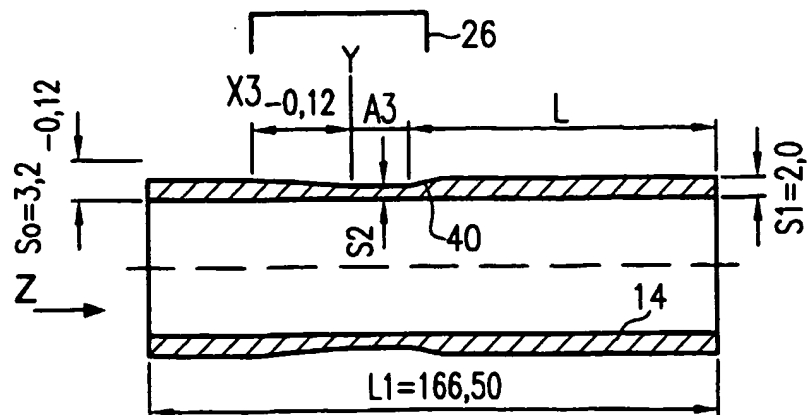


FIG.10



4/6

SCHRITT

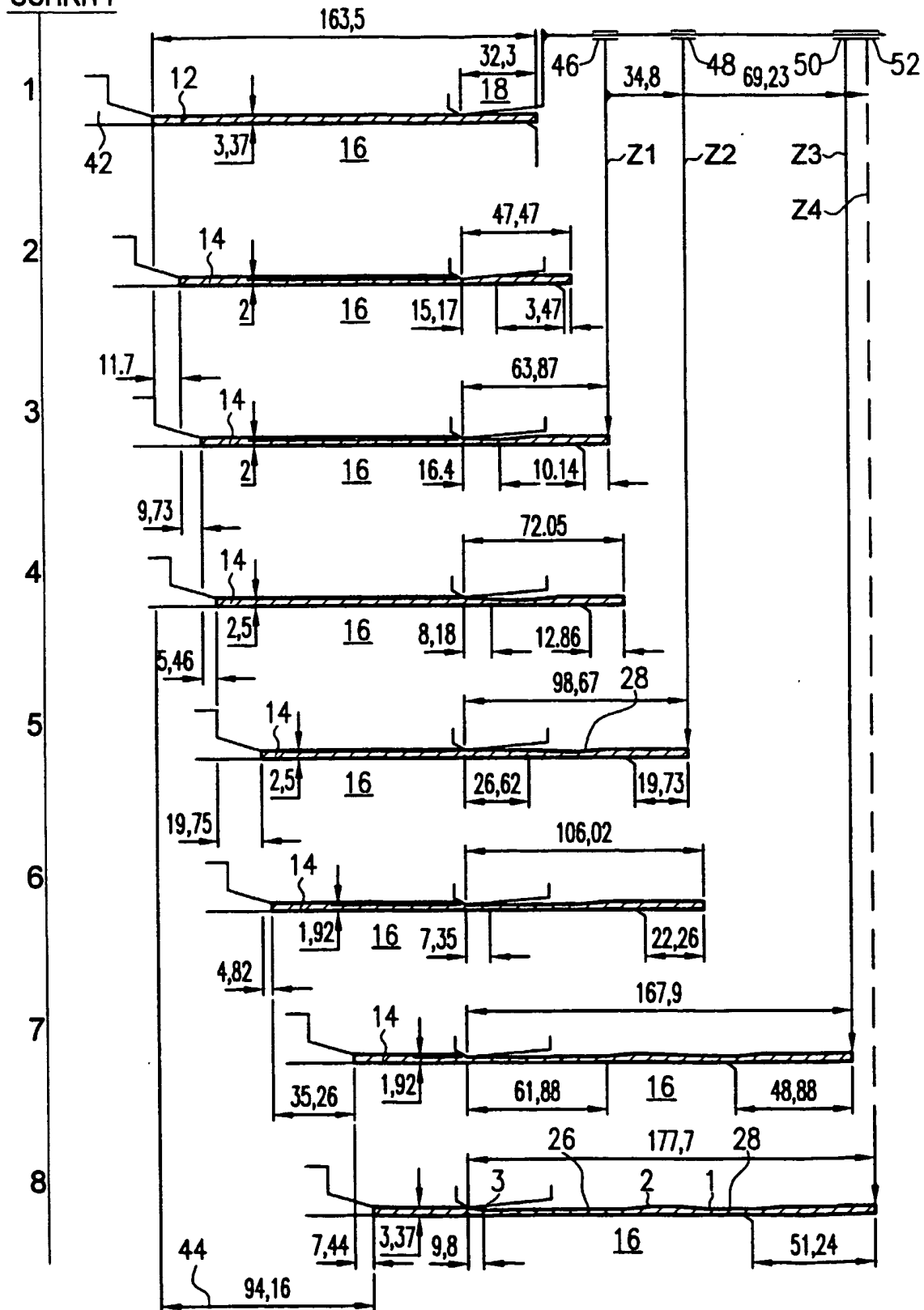


FIG.11

ERSATZBLATT (REGEL 26)

5/6

SCHRITT

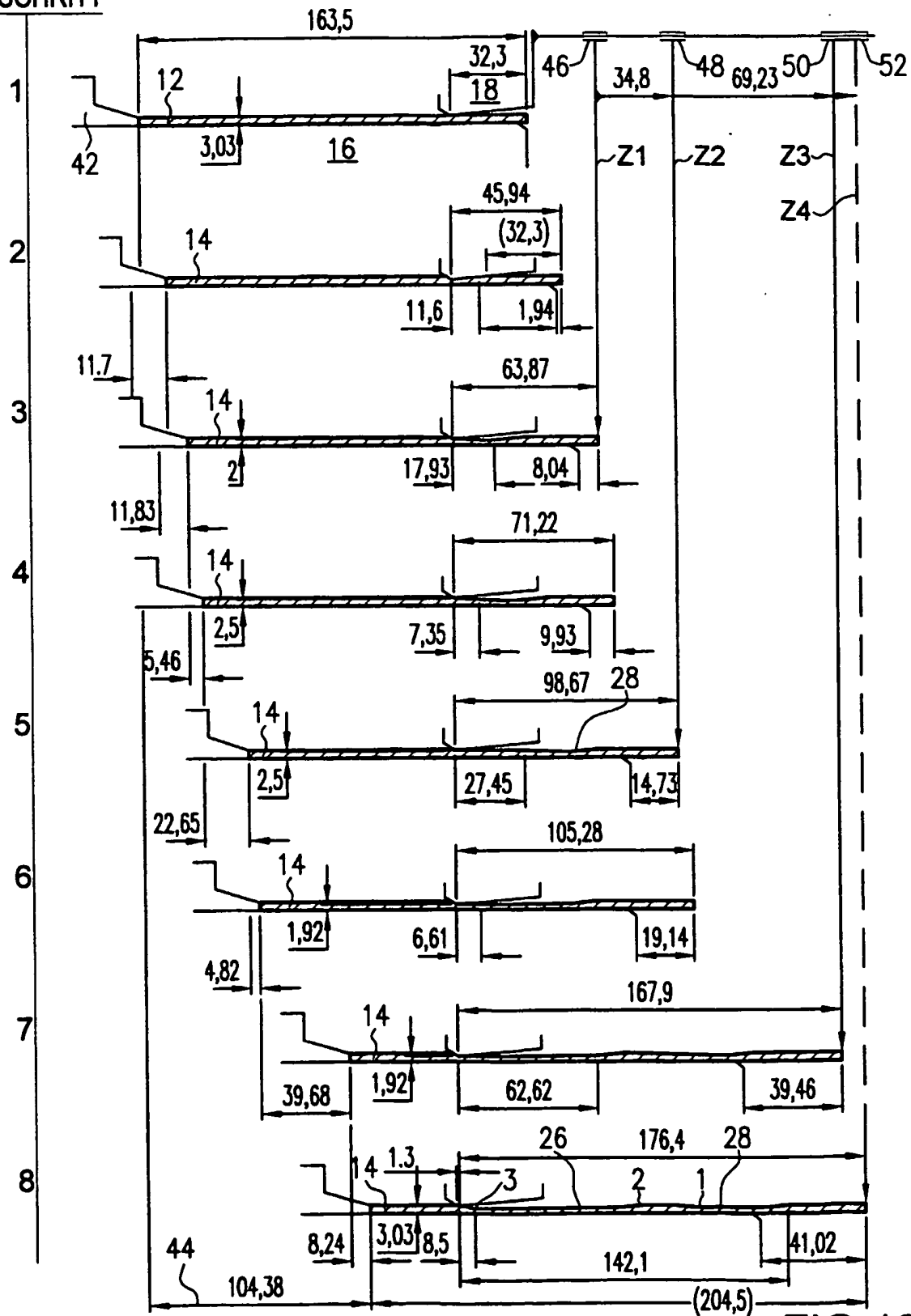


FIG.12

6/6

SCHRITT

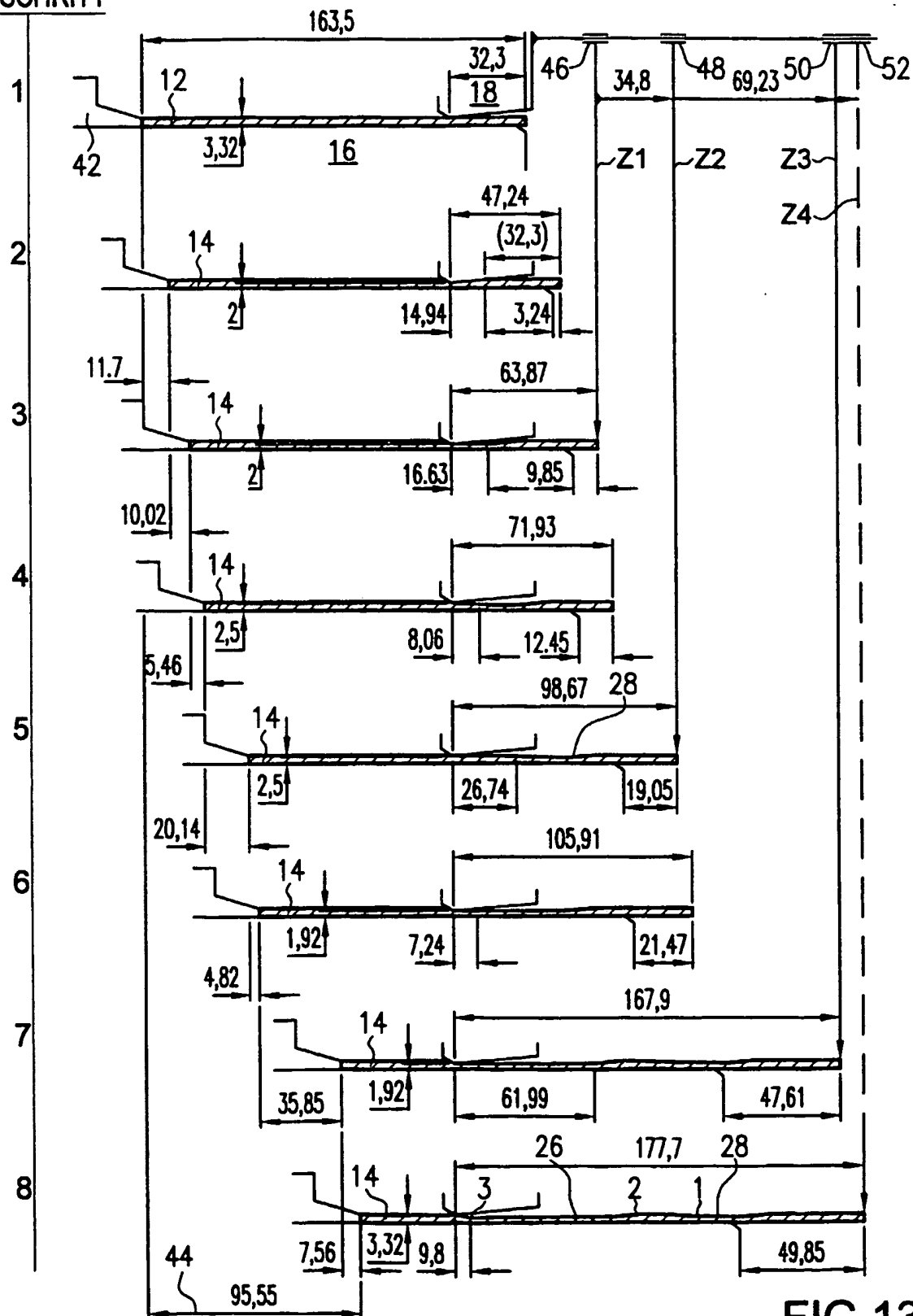


FIG.13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Int'l Application No
 PCT/EP 01/12946

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B21H1/00 B21D22/14 B21C51/00 B21C37/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B21H B21D B21C B21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | DE 34 02 301 A (FISCHER FRITZ PROF DR ING ET AL) 1 August 1985 (1985-08-01) cited in the application claims; figures | 1,6,10, 15 |
| A | DD 152 491 A (ECHTERMEYER PETER;DREWS KLAUS; KULPE WERNER) 2 December 1981 (1981-12-02) the whole document | 1,10 |
| A | US 3 839 892 A (ANDRIESSEN R) 8 October 1974 (1974-10-08) claim 1; figures | 1,10 |
| A | US 3 992 911 A (CONNELL GORDON SIDNEY ET AL) 23 November 1976 (1976-11-23) abstract; figures | 1,10 |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 February 2002

Date of mailing of the international search report

20/02/2002

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Plastiras, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/12946

Information on patent family members

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|---|--|
| DE 3402301 | A | 01-08-1985 | DE 3402301 A1 EP 0151976 A2 | 01-08-1985 21-08-1985 |
| DD 152491 | A | 02-12-1981 | DD 152491 A1 | 02-12-1981 |
| US 3839892 | A | 08-10-1974 | GB 1378508 A DE 2249793 A1 FR 2156172 A1 IT 969472 B JP 1016576 C JP 49018755 A JP 55002136 B SE 397926 B | 27-12-1974 12-04-1973 25-05-1973 30-03-1974 29-09-1980 19-02-1974 18-01-1980 28-11-1977 |
| US 3992911 | A | 23-11-1976 | GB 1475777 A DE 2533486 A1 FR 2279492 A1 IT 1040105 B JP 1271693 C JP 51037073 A JP 59047616 B SE 414597 B SE 7508376 A | 10-06-1977 05-02-1976 20-02-1976 20-12-1979 25-06-1985 29-03-1976 20-11-1984 11-08-1980 26-01-1976 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. nationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/12946

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B21H1/00 B21D22/14 B21C51/00 B21C37/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B21H B21D B21C B21B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | DE 34 02 301 A (FISCHER FRITZ PROF DR ING ET AL) 1. August 1985 (1985-08-01) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche; Abbildungen --- | 1,6,10, 15 |
| A | DD 152 491 A (ECHTERMEYER PETER;DREWS KLAUS; KULPE WERNER) 2. Dezember 1981 (1981-12-02) das ganze Dokument --- | 1,10 |
| A | US 3 839 892 A (ANDRIESSEN R) 8. Oktober 1974 (1974-10-08) Anspruch 1; Abbildungen --- | 1,10 |
| A | US 3 992 911 A (CONNELL GORDON SIDNEY ET AL) 23. November 1976 (1976-11-23) Zusammenfassung; Abbildungen ----- | 1,10 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgetilgt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindersicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindersicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Februar 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/02/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Plastiras, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In nationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/12946

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|---|--|
| DE 3402301 A | 01-08-1985 | DE 3402301 A1 EP 0151976 A2 | 01-08-1985 21-08-1985 |
| DD 152491 A | 02-12-1981 | DD 152491 A1 | 02-12-1981 |
| US 3839892 A | 08-10-1974 | GB 1378508 A DE 2249793 A1 FR 2156172 A1 IT 969472 B JP 1016576 C JP 49018755 A JP 55002136 B SE 397926 B | 27-12-1974 12-04-1973 25-05-1973 30-03-1974 29-09-1980 19-02-1974 18-01-1980 28-11-1977 |
| US 3992911 A | 23-11-1976 | GB 1475777 A DE 2533486 A1 FR 2279492 A1 IT 1040105 B JP 1271693 C JP 51037073 A JP 59047616 B SE 414597 B SE 7508376 A | 10-06-1977 05-02-1976 20-02-1976 20-12-1979 25-06-1985 29-03-1976 20-11-1984 11-08-1980 26-01-1976 |